中文 ETABS 用户使用手册

1 建模

1.1 模型导入和模板调用

1.2 ETABS 与 EXCEL 的数据交互

1.3 单位制

1.4 楼层编辑和控制层

1.5 墙肢和连梁的平面建模

1.6 框架截面定义

1.7 楼板类型

1.8 刚性隔板

1.9 端部释放

2 荷载信息

2.1 风荷载

2.2 地震荷载

2.3 活荷载折减信息

2.4 活荷载质量折减系数

2.5 荷载组合

3 刚度和负弯矩调整

3.1 构件刚度调整

3.2 框架梁负弯矩调整

4 结构整体分析和抗震内力调整

4.1 分析选项

4.2 结构质量和重力的定义

4.3 整体分析常用参数

5 构件设计内力调整

5.1 混凝土结构设计内力调整

5.2 钢结构设计内力调整

6 分析和设计信息查看

6.1 输出表常用项目

6.2 截面切割

6.3 混凝土构件设计信息查看

6.4 钢构件设计信息查看

1.1 模型导入和模板调用

模型导入。中文 ETABS 支持从 DXF，EXCEL，E2K 等格式文件的导入，还可以将 SAP2000 输出的 S2K 格式直接导入。从 DXF 格式导入时要注意：DXF 图形中的曲线无法导入到 ETABS 中。

模板调用。新建模型时，选择 No.edb，或 default.edb，将弹出下图（图 1-1）所示的对话框。

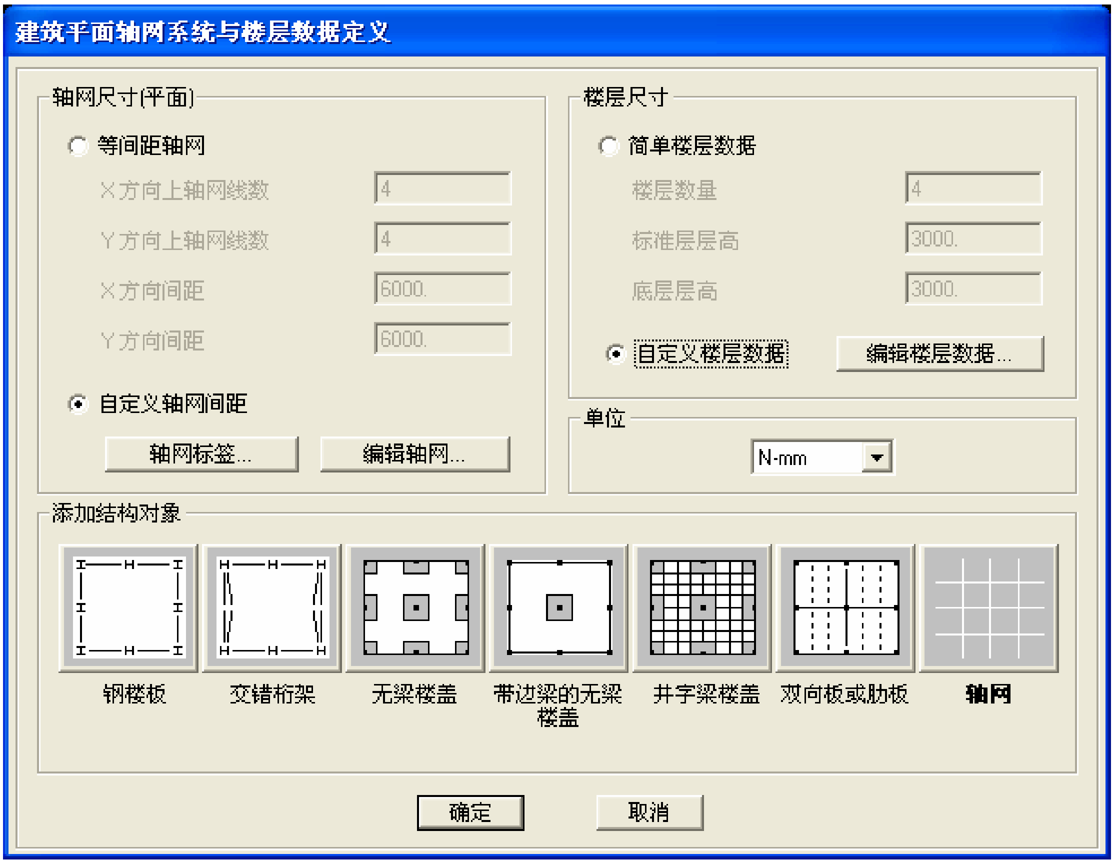

图 1-1　建筑平面轴网系统和楼层数据定义对话框

在此对话框中，点击所需的模型，即可使用这些模板。其中，轴网表示新建模型初始时只包括轴网。选中自定义轴网间距、自定义楼层数据，再点击轴网标签、编辑轴网、编辑楼层数据按钮，可修改相应的数据。

1.2 ETABS 与 EXCEL 的数据交互

在 ETABS 的建模、分析和设计过程中，有很多种数据可以和 Microsoft Office 直接进行数据交互。这种交互有很多种方式，这里主要介绍两种：ETABS 数据表格与 Microsoft Office 的交互，ETABS 模型单元与 Microsoft Office 的交互。

1.2.1 ETABS 与 MICROSOFT OFFICE 的数据交互

设计中经常使用 EXCEL 表格与 ETABS 进行数据交互。ETABS 常用的数据表格有：轴网编辑表格（菜单编辑 > 编辑轴网数据 >编辑轴网数据）、楼层编辑表格（菜单编辑 > 编辑楼层数据 >编辑楼层）、输出表（菜单显示 > 设置输出表样式）。

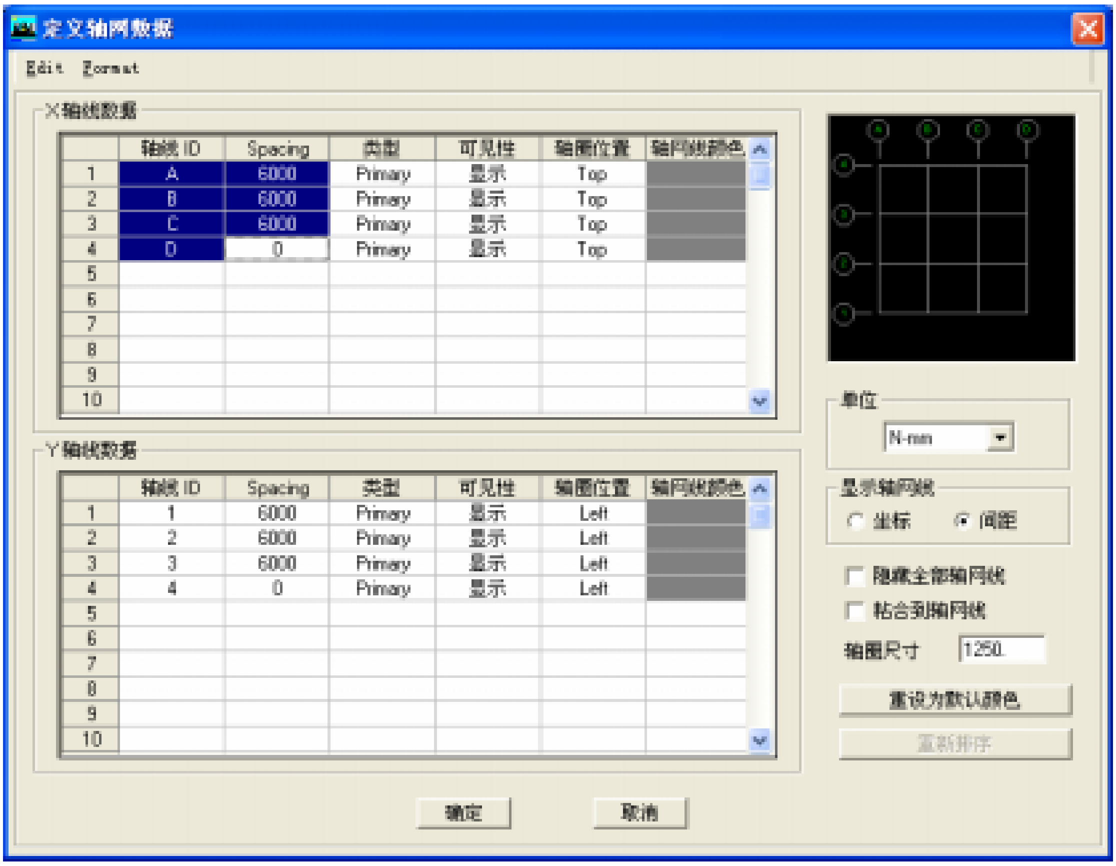

图 1-2　定义轴网数据对话框

如图 1-2 所示的定义轴网对话框中的数据表，其中轴线 ID 和 Spacing 列可与 EXCEL 进行数据交互，通过复制和粘贴进行。对于楼层数据表中的楼层标记和高度也可进行类似操作。类似地，上述 ETABS 中的数据可以复制粘贴到 MS Word 中。注意：定义轴网和楼层编辑数

据表不支持常用的编辑快捷键，如 Ctrl+C，Ctrl+V。

对于输出表（点击显示 > 设置输出表样式可得到），可以将其中的数据复制粘贴到 EXCEL 中。ETABS 不支持从外部文件向输出表的数据导入。这里的操作支持常用的编辑快捷键。

1.2.2 ETABS 模型和 EXCEL 的数据交互

ETABS 建模过程中，支持模型中单元的数据信息和 EXCEL(也包括其它 Office 软件)的数据交互。在 ETABS 中选中一个或几个对象，点击菜单编辑 > 复制，即可将对象数据信息复制到粘贴板上。然后即可将数据信息粘贴到 EXCEL 中。注意：仅在 ETABS 的平面视图下，菜单编辑 > 复制可点击。在 EXCEL 中编辑的对象信息也可复制粘贴到 ETABS 中。该类操作支持支持常用的编辑快捷键。

1.3 单位制

用户输入数据时的单位的默认值是此模型的基本单位。用户可以在输入数据时同时输入单位，程序此时可以自动将用户输入的带单位的数据转换为以模型基本单位为单位的数据。用户在输入数据时，按住 shift 键同时按 Enter 键，将弹出计算器对话框，用户可在此对话框中输入计算公式，计算所得的数值将自动成为输入数据。

1.4 楼层编辑和控制层

在建模过程中，运用控制层的概念可以很大提供建模速度。在楼层编辑对话框中，根据标准层的个数设定一个或几个控制层，并将其它楼层分别设定为与各控制层相似。此时，控制层和与之相似的楼层形成一个相似楼层组。当 ETABS 界面右下角的楼层控制选项选为 Similar Stories 时，对相似楼层组中的任何一个楼层进行修改，对组中的其它楼层也将发生同样的操作。

不采用控制层和相似层的方法时，采用楼层复制的方法也可以方便地将一个楼层的所有对象复制到其它相似的层。点击菜单编辑 > 带属性复制，将激活如图 1-3 所示的对话框。采用其中的楼层复制选项即可完成楼层复制。

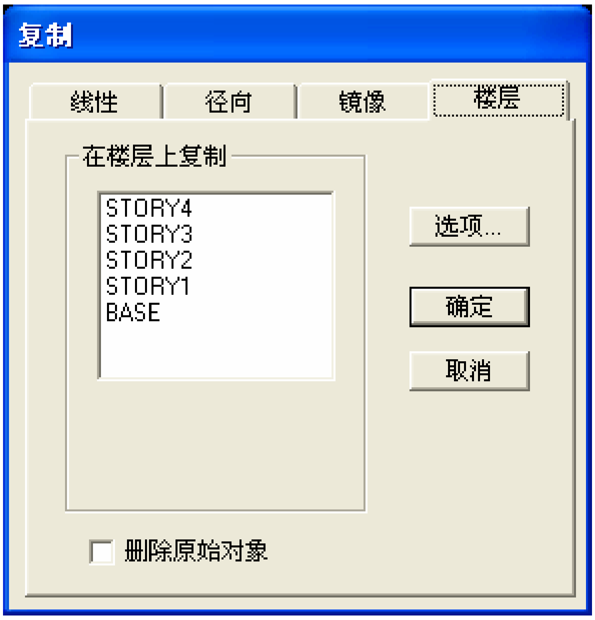

图 1-3　对象带属性复制对话框

注意：楼层复制过程中，墙肢和连梁的标注不能被复制。

1.5 墙肢和连梁的平面建模

在中文 ETABS 中可以方便地在平面内绘制墙肢和连梁，点击菜单绘图 > 绘制面对象 > 绘制墙或者点击工具栏中的按钮“ ”，将弹出如图 1-4 所示的对象属性对话框，在此状态下可绘制墙肢。

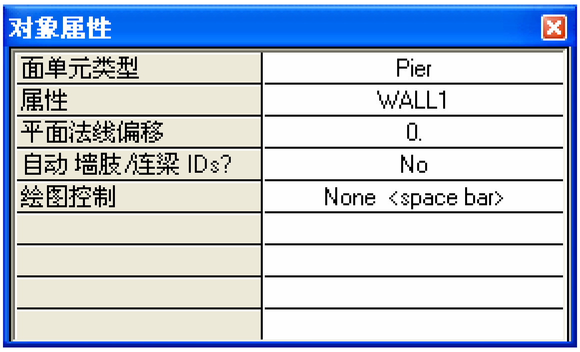

图 1-4　对象属性对话框（墙肢）

当在图 1-4 中将面单元类型改为 Spandrel（连梁）后，此对话框变为如图 1-5 所示的形式。

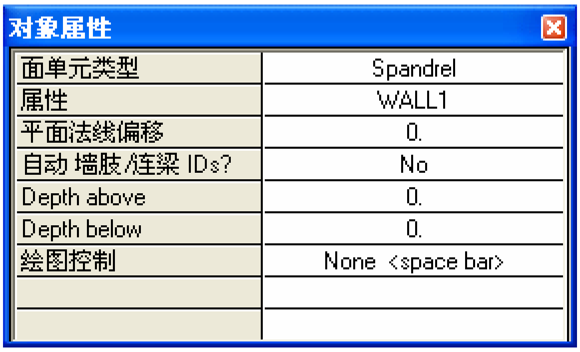

图 1-4　对象属性对话框（连梁）

其中，Depth above 指连梁在楼层平面以上的高度，Depth below 指连梁在楼层平面以下的高度，这两个高度值都应输入正值。在绘制过程中，一般要辅助以参考线。设立参考线的方法请参看联机帮助。

也可以采用参考面的方法建立墙肢和连梁。

注意：没有对墙肢和连梁进行标注时，程序只进行相应的分析，而不对未标注的墙肢和连梁进行相应设计。选中墙肢或连梁，点击菜单指定 > 壳/面 > 墙肢标注或连梁标注，激活相应对话框，可对墙肢或连梁进行标注。

1.6 框架截面定义

用户可在菜单定义>框架截面（或墙/楼板截面）处定义所需截面。对于钢构件截面，可以将若干截面定义到一个截面组中。截面组的名称与单个构件截面的名称都在定义框架属性对话框中。定义截面组的主要目的是提供钢结构设计自动选择截面时的备选截面（如图 1-5 所示）。中文 ETABS 提供了中国型钢库，点击定义框架属性对话框中 Import I/Wide Flange 可以看到文件 Chinese.pro，选中此文件，即可在中国型钢库中选择所需截面。

用户可以将线和面单元定义 None，即分别成为虚线和虚面，它们可用来传递荷载和剖分其它单元。一般情况下，可定义虚面用来施加风荷载（也可通过刚性隔板施加）。

图 1-5　定义框架属性对话框

截面设计器。点击 Import I/Wide Flange 下拉框，选中 Add SD Section，可以激活 SD 截面数据对话框，如下图所示。在此对话框中可以修改由 Section Designer 生成的截面的设计选项。点击此对话框中的截面设计器按钮，将激活截面设计器。在截面设计器中，用户可自行定义所需的截面。对剪力墙墙肢也可以截面调用 Section Designer 进行设计。点击菜单设计>剪力墙设计>定义用于检查的墙肢截面，将激活墙肢截面对话框，点击其中的添加墙肢截面按钮，将激活 SD 截面数据对话框（如图 1-6 所示）。

图 1-6　SD 截面数据对话框

1.7 楼板类型

ETABS 中提供了几种已经生成的工程常用的板单元类型,分别是图 1-7 所示的 DECK1，PLANK1，SLAB1，WALL1，NONE。DECK1 用来模拟组合楼板，也可以模拟压型钢板。PLANK1 用来模拟单向传力的楼板，SLAB1 用来模拟混凝土楼板（在默认设置条件下）。WALL1 用来模拟剪力墙和连梁。

图 1-7 定义墙/楼板截面对话框

其中，DECK 可由图 1-7 中的 Add New Deck 生成，PLANK 和 SLAB 也可由 Add New Slab 生成；程序中，Deck，Slab，Wall 是三种不同类型的板，分别是组合楼板、混凝土楼板和墙，而 PLANK 和 SLAB 的区别在于其属性设置的不同，如图 1-8 所示。

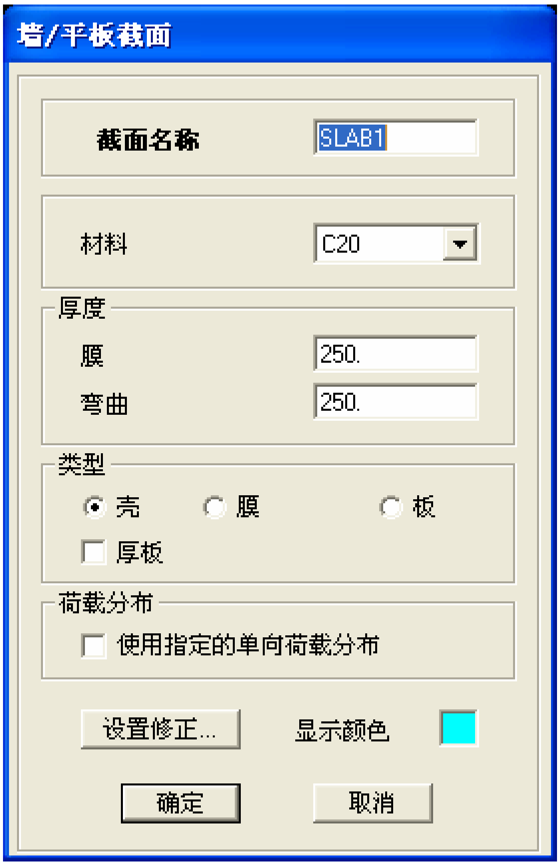

图 1-8 墙/平板截面对话框

ETABS 中，面单元又从有限元分析的角度分为壳(shell)、膜(membrane)、板(plate)三种类型。膜属性的面单元具有面内刚度、无面外刚度；板具有面外刚度、无面内刚度；壳同时具有面内和面外刚度。

如图 1-8 所示，用户可以自行指定楼板的传力方向。另外，墙/平板截面对话框中厚板选项选中时，程序在分析中将考虑剪切变形的影响，对于普通厚度的混凝土楼板，不必定义为厚板即可得到足够的精度。

ETABS 计算面单元的面内刚度以及在自重和质量时，采用膜厚度。在计算面单元的面外刚度时，采用弯曲厚度。一般情况下，这两种厚度相等。此处 ETABS 沿袭了 SAP 中的处理方法，以考虑某些特殊类型板的分析需要。

在 ETABS 比较新的版本中（8.3.4 以后的版本），默认条件下，程序将对所有类型的楼板进行自动剖分，而不需用户指定进行剖分。

1.8 刚性隔板

点击指定>壳/面>刚性隔板，激活指定隔板对话框，可以对面对象指定刚性隔板。还可以对点对象指定刚性隔板。在工程设计中，如果需要对楼面指定刚性隔板，建议选中楼板上的所有面对象，对这些面对象指定刚性隔板。

1.9 端部释放

默认情况下，中文 ETABS 模型中框架梁、柱与节点之间是刚性连接的（次梁端部默认为铰接），可以通过端部释放将框架梁、柱的端部定义为铰接。如图 1-9 所示，将线对象两端在与两个方向弯矩对应的弹簧刚度置为 0，此线对象即在两端与节点铰接。也可以通过端部是否实现其它类型的连接。

图 1-9　指定框架释放对话框

2. 荷载信息

2.1 风荷载

程序按照规范《建筑结构荷载规范》（GB 50009-2001）和《高层建筑混凝土结构技术规程》（JGJ 3-2002）的规定，生成了自动风荷载模型。其定义是通过**定义菜单>静荷载工况** 命令添加风荷载工况，并选择**中国 2002 规范**来完成的，如图 2-1 所示，图 2-1 对话框详细使用方法可以参见其它用户使用手册。本技术手册描述了中国 2002 规范风荷载信息的输入方式、各参数的意义。

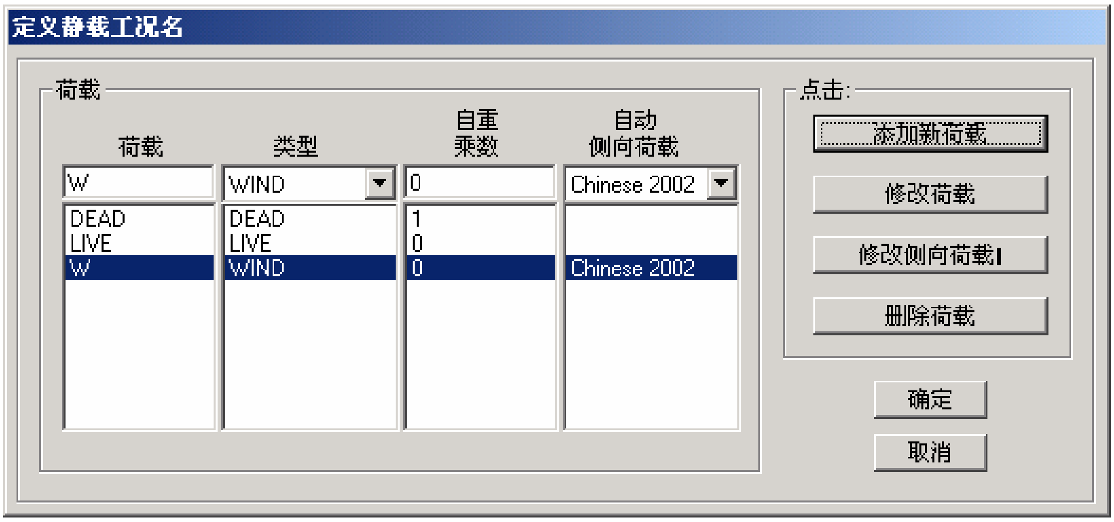

图 2-1　定义静荷载工况名

2.1.1 自动风荷载

《建筑结构荷载规范》（GB 50009-2001）规定，风荷载标准值按风振系数、体型系数、风压高度变化系数和基本风压来确定。基本风压按五十年一遇的风压采用；风压高度变化系数由表 7.2.1 确定；结构在 z 高度处的风振系数 β_z，由脉动增大系数、脉动影响系数、振型系数、和风压高度变化系数确定；其中脉动增大系数，与基本风压、结构自振的基本周期有关。脉动影响系数，则与结构的总高度、高度与宽度之比有关。振型系数按规范条文说明中有关公式进行计算。

用户在荷载工况对话框中添加了中国 2002 规范风荷载后，点击修改侧向荷载项，将弹出图 2-2 中国 2002 风荷载对话框，其中各选项意义为：

◆ 风力作用面与风压系数

当选定第一项风力作用面来自刚性隔板范围时，程序自动根据规范形式及以下用户输入的参数自动生成风荷载模型，其中此项中包含了三个自动风荷载基本参数其意义分别为：

风向角度：形成风荷载的作用方向。

建筑宽度 B：建筑立面垂直于风荷载作用方向的宽度。

体型系数 Us：按规范由用户输入的建筑体型系数。

图 2-2　中国 2002 风荷载

◆ 风力作用面高度

风力作用面高度是自动风荷载作用的范围，用户可以自定义这一范围，其中包括女儿墙是指风力作用是否包含建筑屋面女儿墙部分，选择这一项后，只要用户输入女儿墙高度，程序可以自动将这一部分风荷载添加到模型中。

◆ 风压系数

风压系数包括基本风压和地面粗糙度，这两项都是规范规定的风荷载模型基本参数，基本风压由用户根据规范输入其值；当用户点击地面粗糙度选项时，将弹出规范规定的粗糙度类型，由用户选定。

◆ φ_Z 选项

此选项为风荷载振型系数，程序提供了高规中规定的两种方法，模态分析法和建筑高宽比简化方法。用户可以根据建筑的竖向分布特点来选定合理的方法。

◆ T_1 来源

对于结构第一周期，程序提供了模态分析结果中第一周期的数据，用户也可以对第一周期进行自定义。

◆ 其它参数

此项由用户自己输入结构的阻尼比值。

◆ 风力作用面宽度

风力作用面宽度一项显示了自动风荷载模型每层的宽度及作用点坐标，当用户选择从隔板范围计算一项时，这些数据将由用户前面输入的数据自动生成，用户也可以对这些数据进行整体或局部修改，这时需选中用户自定义项，表格中数据将被激活，用户可以进行相应的修改。

2.1.2 任意面单元风荷载

ETABS 中国规范版本按照规范《建筑结构荷载规范》（GB 50009-2001）和《高层建筑混凝土结构技术规程》（JGJ 3-2002）的规定，生成了自动风荷载模型。对于体型复杂的建筑结构，由于自动风荷载模型只能定义一个体型系数，荷载模型存在差异较大，因此 ETABS 中国规范版允许用户选择按面对向单独定义风荷载信息。

其定义过程与自动风荷载相同首先需通过**定义菜单 >静荷载工况** 命令定义静力风荷载，但不同的是需在“风力作用面与风压系数”选项中选择“风力作用面来自面对象”；然后通过**指定菜单 >壳/面单元荷载 > 风压系数**命令来定义面单元的风压系数（在指定之前，必须有面单元被选中），面单元风荷载便自动形成。其对话框形式为：

图 2-3　体型系数对话框

◆　风荷载工况名

风荷载工况名需用户选择已定义的风荷载在共况名称。程序将通过这一选项判断基本风压、地面粗糙度风荷载信息。

◆　风压

风压系数是指选定面单元的风荷载压力系数，作用于该面单元的风荷载值由基本风压值与风压数的乘积得到。但此时需注意加在方向，其默认加载方向符合面单元的局部坐标轴假定。

◆　选项

这一选项与其它荷载形式下的选项相同，用户可以选择将定义荷载添加到现有荷载上或删除已由荷载。

2.2 地震荷载

程序按照中国 2002 规范“三水准两阶段”的设计原则，根据《建筑抗震设计规范》（GB50011-2001）提供了中国规范的地震静力荷载模型和地震反应谱。本技术手册描述了中国 2002 规范地震荷载信息的输入方式、各参数的意义以及水平地震荷载和竖向地震荷载的计算方法。

2.2.1 反应谱

理论依据

根据《建筑抗震设计规范》（GB50011-2001）中 5.1.5 条规定，建筑结构地震影响系数曲线可以归纳成如下公式：

$$
\alpha = \begin{cases} (0.45 + T(10\eta_2 - 4.5))\alpha_{\max} & when\ 0 \le T \le 0.1s \\ \eta_2 \alpha_{\max} & when\ 0.1s < T \le T_g \\ \left(\dfrac{T_g}{T}\right)^{\gamma} \eta_2 \alpha_{\max} & when\ T_g < T \le 5T_g \\ \left[\eta_2 0.2^{\gamma} - \eta_1 (T - 5T_g)\right]\alpha_{\max} & when\ 5T_g < T \le 6.0s \end{cases}
$$

$$
\gamma = 0.9 + \frac{0.05 - \zeta}{0.5 + 5\zeta} \qquad \text{(GB50011-2001，5.1.5-1)}
$$

$$
\eta_1 = 0.02 + (0.05 - \zeta)/8 \qquad (\eta_1 \ge 0) \qquad \text{(GB50011-2001，5.1.5-2)}
$$

$$
\eta_2 = 1 + \frac{0.05 - \zeta}{0.06 + 1.7\zeta} \qquad (\eta_2 \ge 0.55) \qquad \text{(GB50011-2001，5.1.5-3)}
$$

中文 ETABS 提供了以上中国 2002 规范地震反应谱模型，并且提供了其它多国规范抗震验算得反应谱形式。

输入方法

程序在提供了地震静力荷载模型的同时，也提供了地震反用谱模型，二者针对的建筑结构形式不同，但一般来讲反映谱法适用的范围更广。

地震反应谱定义首先是通过**定义菜单>定义反应谱函数**从下拉菜单中选择并添加**中国 2002 地震反应谱**，如图 2-4 所示，然后通过**定义菜单 >反应谱工况**，定义反应谱工况来完成的。

图 2-4　定义反应谱函数

当在图 2-4 中添加中国 2002 地震反应谱时，将直接弹出如下图 2-5 所示的反应谱函数

定义对话框。当定义完成后，或在运行分析之前的任意时候，用户都可以通过选定已定义的反应谱函数，并点击图 2-4 中右侧修改/显示频谱...按钮弹出图 2-5 对话框，对已定义的反应谱函数进行修改。

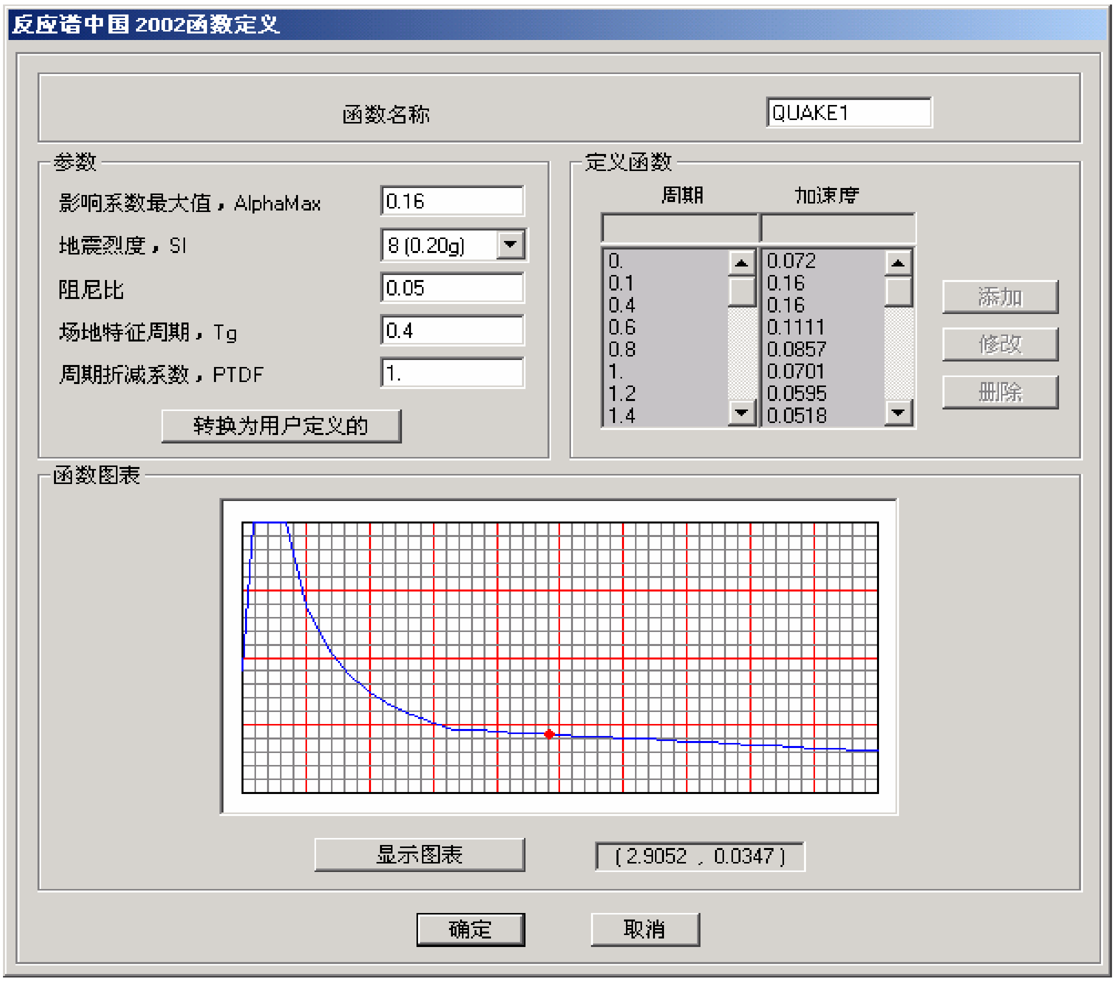

图 2-5　反应谱中国 2002 函数定义

◆　参数

这一部分中各项参数意义与采用底部剪力法时，地震静力荷载模型中相应参数的意义和取值原则相同。

◆　函数图表

函数图表区域内显示了反应谱函数的图形形态，并且当用户将鼠标移至此区域时，将油如图所示的一个红色圆点出现在反应谱曲线上，随着鼠标的移动，圆点将在曲线上滑动，并且在右下角的数字框中显示经过每一位置的坐标值，这些都方便了用户取定义、观察和修改反应谱曲线。

◆　定义函数

为了用户能够更直接方便的掌握反应谱曲线值，此区域内显示了函数值的变化，用户可以托动下拉菜单观察函数值的变化，但不能对其进行修改，用户要对这些函数值进行修改，需要点击参数中转换为用户定义的按扭，这时对话框将变为如图 2-6 所示的形式，用户在此处对反应谱函数值进行修改，包括添加新点、修改已有点和删除已有点等操作。

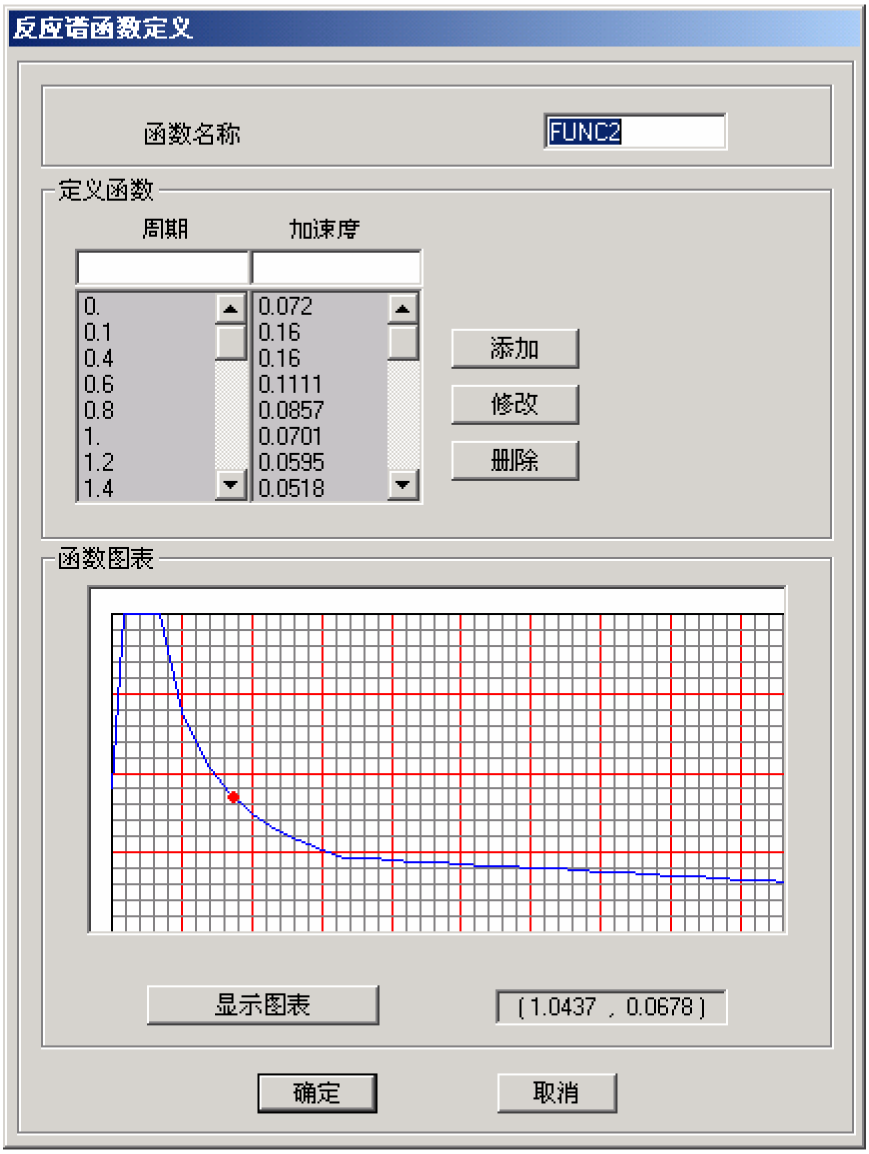

图 2-6 反应谱函数定义

2.2.2 自动地震荷载静力计算（底部剪力法）

1）水平地震作用

理论依据

结构计算自动地震静力荷载的方法是规范所规定的底部剪力法，在采用底部剪力法时，各楼层可仅取一个自由度，结构的水平地震作用标准值，按《建筑抗震设计规范》

（GB50011-2001）采用下列公式确定：

$$F_{Ek}=\alpha_1 G_{eq} \qquad \text{(GB50011-2001，5.2.1-1)}$$

$$F_i=\frac{G_i H_i}{\sum_{j=1}^{n} G_j H_j} F_{Ek}(1-\delta_n) \qquad \text{(GB50011-2001，5.2.1-2)}$$

$$\Delta F_n=\delta_n F_{Ek} \qquad \text{(GB50011-2001，5.2.1-2)}$$

输入方法

自动地震静力荷载定义是通过**定义菜单 >静荷载工况**命令添加地震荷载工况,并选择**中国 2002 规范**来完成的，如下图 2-7 所示。

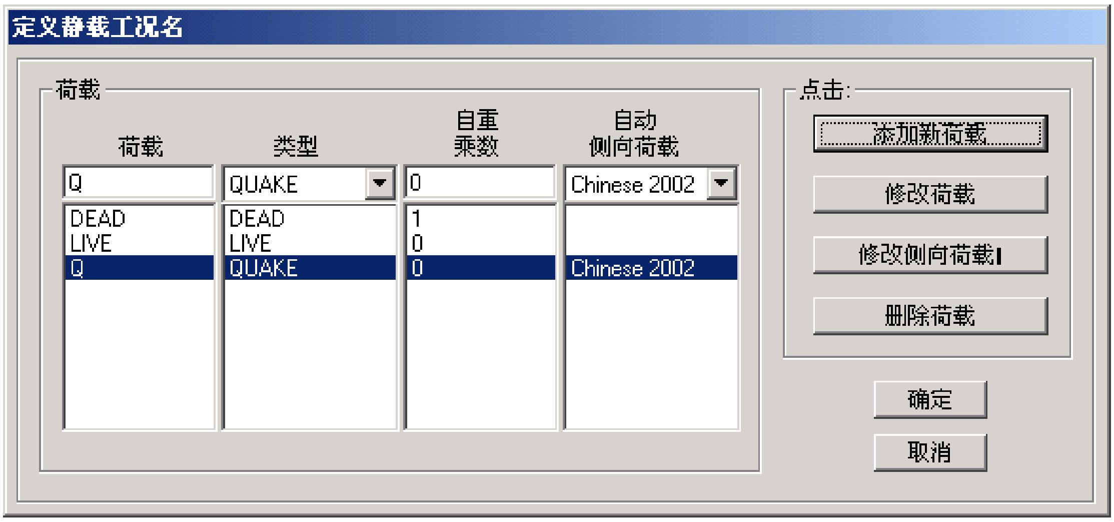

图 2-7　定义自动地震静荷载工况

当通过图 2-7 对话框添加中国 2002 自动地震侧向荷载后，点击右侧的修改侧向荷载按钮，将弹出如下图 2-8 所示的中国 2002 地震荷载对话框，用户可以根据工程实际情况修改每一项参数值。值得注意的是，当输入地震静力荷载后，程序进行的是底部剪力分析法，这时地震影响系数的是根据规范规定的反应谱形式取值的，但此时反应谱是程序内置的，无需工程师单独定义。

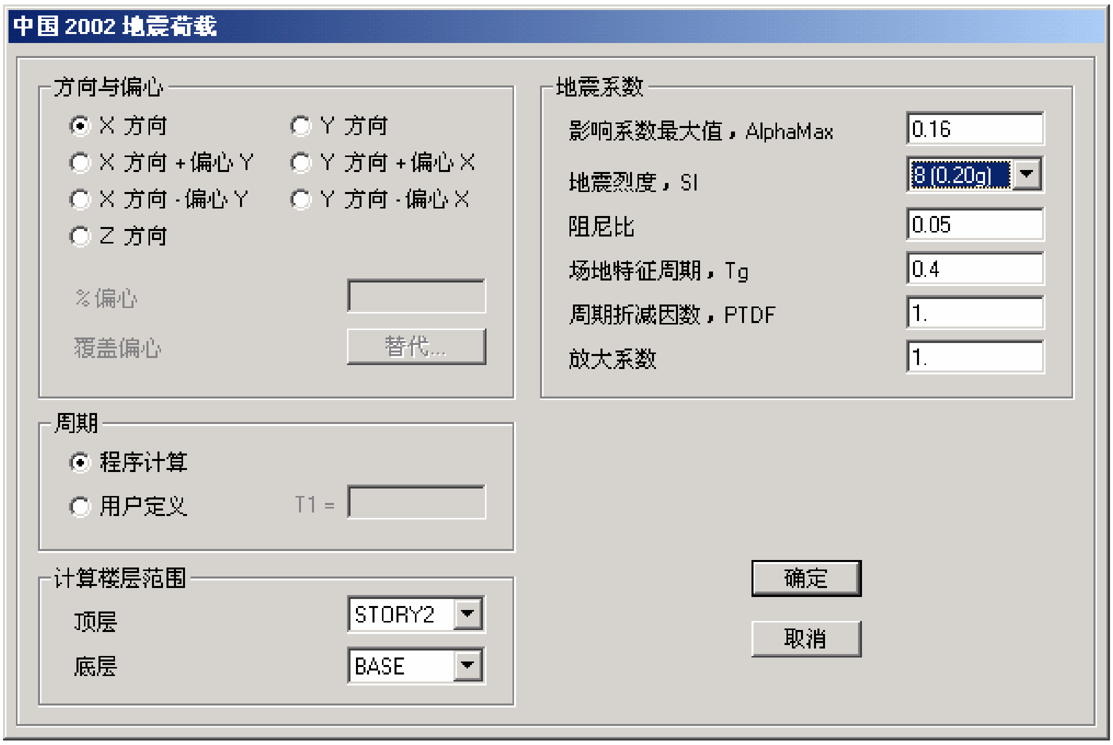

图 2-8　中国 2002 地震荷载

其中各项的意义为：

◆　方向与偏心

对话框中这一区域定义的是地震静力荷载的作用方向，用户可以选择 X 方向、Y 方向或 Z 方向地震作用方向，也可以选择考虑次方向扭转效应的其它作用方向选项，当考虑偏心作用时，下面的偏心率输入项将被激活，偏心率默认值为规范规定的 0.05，用户也可以修改偏心率。

◆　地震系数

地震系数区域包含了影响地震静力荷载大小的各参数的输入，各参数的意义和取值范围与中国规范相对应：

影响系数最大值，AlphaMax：取值按《建筑抗震设计规范》（GB50011-2001）表 5.1.4-1，其值与地震烈度值相对应。

地震烈度,SI：地震烈度下拉菜单中列出了《建筑抗震设计规范》（GB50011-2001）规定的各地震烈度值。用户根据选定的烈度值填写影响系数最大值。

阻尼比：用户可以根据结构实际情况自定义结构的阻尼比。

场地特征周期，Tg：规范规定场地类别和设计地震分组决定了场地特征周期值，程序此处未引入这两个概念，在场地特征周期取值方面给用户更大的自由度，用户可以根据《建

筑抗震设计规范》（GB50011-2001）表 5.1.4-2 中数值输入场地特征周期值，也可以根据工程实际情况填写其它数值。

周期折减因数，PTDF：由于程序结构计算模型中未考虑填充墙的作用，而这一部分对结构自振周期有一定的影响作用。对于框架结构，如果填充墙较多，此系数可取 0.6~0.7，如果填充墙较少，可取 0.7~0.8，对于框架-剪力墙结构，此系数可取 0.8~0.9，纯剪力墙结构周期不折减。

放大系数：用户可以通过这一项的系数调整放大结构的整体地震作用。

◆ 周期

此项输入的是结构周期值，对于结构周期，程序可以自动进行相应计算得到，用户也可以对第一周期进行自定义。

◆ 计算楼层范围

此项定义的是计算地震作用的楼层范围，用户可以根据结构实际情况和规范规定进行自定义。

2)竖向地震作用

根据《建筑抗震设计规范》（GB50011-2001）中5.1.1-4条规定，8、9度时的大跨度结构和长悬臂结构及9度时的高层建筑，应计算竖向地震作用。

理论依据

$$F_{Evk}=\alpha_{v\max}G_{eq} \qquad \text{(GB50011-2001，5.3.1-1)}$$

$$G_{eq}=0.75G_E$$

$$\alpha_{v\max}=0.65\alpha_{\max}$$

$$F_{vi}=\frac{G_iH_i}{\sum_{j=1}^{n}G_jH_j} \qquad \text{(GB50011-2001，5.3.1-2)}$$

楼层各构件的竖向地震作用效应可按各构件承受的重力荷载代表值比例分配，并宜乘以增大系数1.5。

输入方式

程序在定义地震静力荷载时，提供了竖向地震作用选项，其方法是只要在图 2 中方向与偏心中选择 Z 方向即可。程序将按照规范规定的方法计算竖项地震荷载，并形成默认设计

荷载在组合形式。

2.2.3 自动地震荷载计算（振型分解法）

理论依据

根据《建筑抗震设计规范》（GB50011-2001）中 5.2.2 条规定，采用反应谱法时，其振型组合方式为：

- SRSS （对于不考虑扭转耦联振动影响的结构）

$$S=\sqrt{\sum_{j}^{m}S_j^2}\qquad\text{(GB50011-2001，5.2.2-3)}$$

- CQC （考虑扭转耦联振动影响的结构）

$$S=\sqrt{\sum_{j}^{m}\sum_{k}^{m}\rho_{jk}S_jS_k}\qquad\text{(GB50011-2001，5.2.3-5)}$$

$$\rho_{jk}=\frac{8\zeta_j\zeta_k(1+\lambda_T)\lambda_T^{1.5}}{(1-\lambda_T^2)^2+4\zeta_j\zeta_k(1+\lambda_T)^2\lambda_T}\qquad\text{(GB50011-2001，5.2.3-6)}$$

- 方向组合（双向水平地震作用）

《建筑抗震设计规范》（GB50011-2001）中 5.1.1-3 条规定，质量和刚度分布明显不对称的结构，应计入双向地震作用。根据规范 5.2.3 规定，双向地震作用扭转效应，可按下列公式确定：

$$S=\max(\sqrt{S_x^2+(0.85S_y)^2},\sqrt{S_y^2+(0.85S_x)^2})\qquad\text{(GB50011-2001，5.2.3-7,8)}$$

输入方法

要定义反应谱组合方式，首先要定义地震反应谱工况，地震反应谱定义需通过**定义菜单>定义反应谱工况**，将弹出如下图 2-9 所示的对话框：

图 2-9　定义反应谱工况

当在图 2-9 中点击添加新反应谱时，将直接弹出如下图 2-10 所示的反应谱工况定义对话框。当定义完成后，或在运行分析之前的任意时候，用户都可以通过选定已定义的反应谱工况，并点击图 2-9 中右侧修改/显示频谱…按钮弹出图 2-6 对话框，对已定义的反应谱函数进行修改，也可以通过删除频谱将已有频谱删除。

图 2-10　定义反应谱工况

对话框中各项意义：

◆ 反映谱工况名称

所定义的反应谱工况名称。

◆ 结构与函数阻尼比

用户可以根据结构实际情况自定义结构的阻尼比。

◆ 振型组合

程序提供了四种振型组合方式：CQC、SRSS、ABS、GMC，这四种组合方式都是可选的，但对于中国规范的用户来说，前两种对应规范规定的组合方式，其意义和取值方法与前面所述一致。

◆ 方向组合

只有在下面一项输入反应谱中输入 U1 和 U2 双向地震作用时，此项才有意义。在计算双向地震作用时，程序提供了：ABS、SRSS 和修正后的 SRSS 三种方向组合方式，其中进行中国规范设计时，用户应选择最后一种组合方式，其意义和取值方法与前面所述一致。

◆ 输入反应谱

输入反应谱提供了反映谱输入三个主方向：U1、U2 和 Uz，和几个方向的函数选取，反映谱的比例系数，反应谱的比例系数为重力加速度值。注意：此处输入的重力加速度数值与模型基本单位有关。当基本单位为米时，比例系数可设为 9.8，当基本单位为毫米时，比例系数应为 9800。

◆ 偏心

偏心值是在考虑扭转藕联作用时，即使用 CQC 组合方式时，偶然偏心的值，偏心率默认值为规范规定的 0.05，用户也可以修改偏心率。

2.3 活荷载折减信息

理论依据

根据《建筑结构荷载规范》（GB 50009-2001）中 4.1.2 条和《高层建筑混凝土结构技术规程》（JGJ 3-2002）的相关规定，设计楼面梁、墙、柱及基础时，楼面活荷载标准值应进行相应的调整：

表 2-1　活荷载按楼层的折减系数

墙、柱、基础计算截面以上的层数	1	2~3	4~5	6~8	9~20	>20
RLLF	1.00	0.85	0.70	0.65	0.60	0.55

输入方法

中文 ETABS 程序可以按中国规范考虑活荷载折减问题，其具体实现途径是通过**选项菜单 >首选项>活荷载折减**命令来完成。在首选项中通过点击活荷载折减项可弹出如下图 2-11 所示对话框。

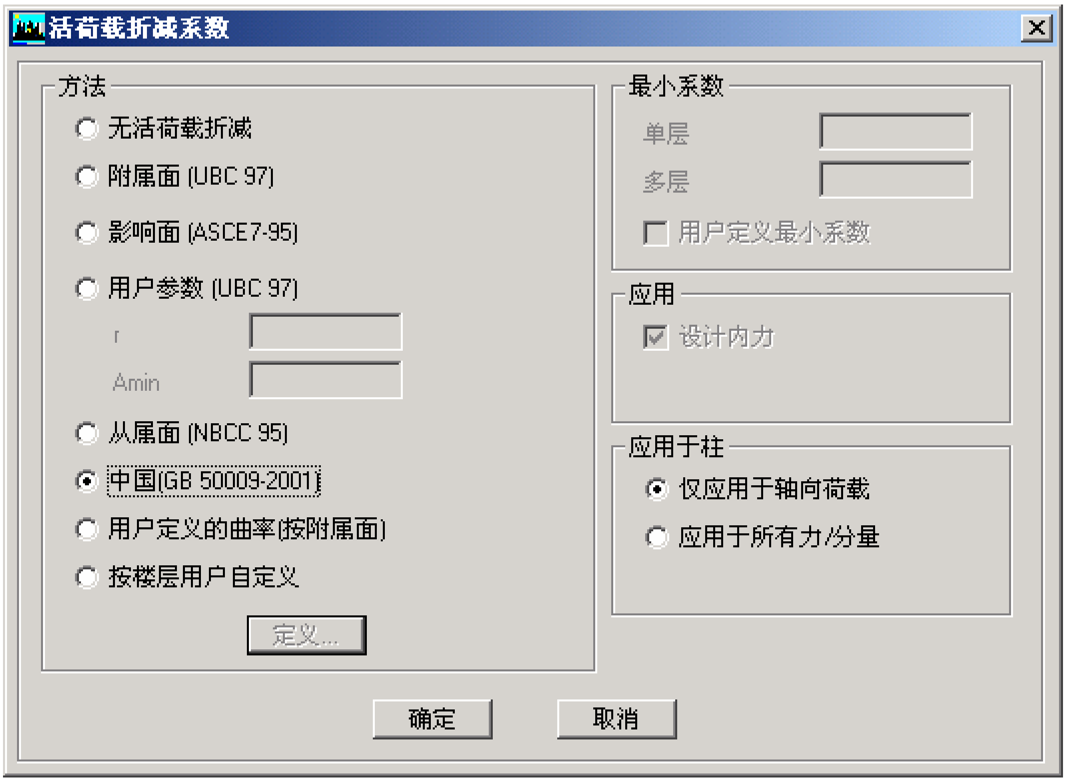

图 2-11 定义活荷载折减系数

其中各项意义为：

◆　方法

对话框中此项是提供给用户选择进行活荷载折减方法的区域，其中点取无活荷载折减项是指不进行活荷载折减选项。

附属面、影响面和从属面等选项是在进行其它国家规范时，进行活荷载折减选择项，其选项后面的括号内标出了所依据的国家规范。

中国（GB50009-2001）：采用的中国规范进行的活荷载折减方法，括号后面注明了所依据的活荷载折减方法是依据《建筑结构荷载规范》进行的。当用户选择此项时，程序将自动按照上述所示的荷载规范 4.1.2 条表 1 默认的系数进行调整。

用户定义的曲率 :用户根据附属面自定义活荷载折减系数曲线方法。当用户点取此项后，下面的定义...项将被激活，点击定义项将弹出以下图 2 对话框，用户可以通过此对话框进行附属面自定义活荷载折减系数曲线。其详细使用方法可参见联机帮助，在此不进行过多的解释。

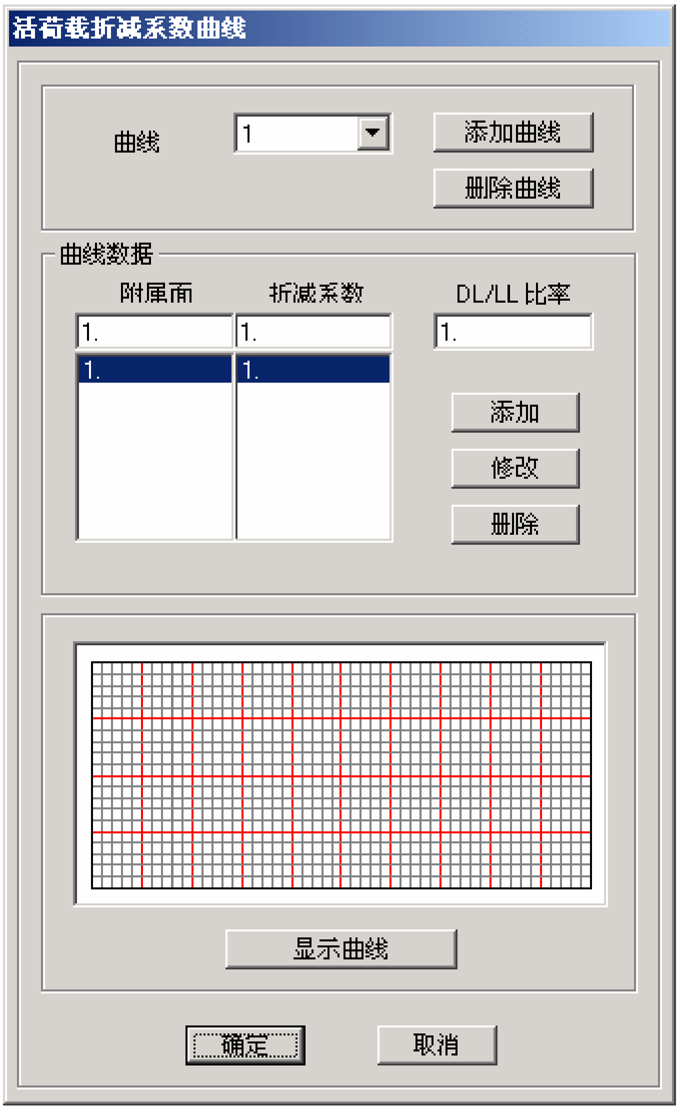

图 2-12　活荷载折减系数曲线

按楼层用户自定义 :用户根据楼层区间自定义活荷载折减系数方法。当用户点取此项后，下面的定义...项将被激活，点击定义项将弹出以下图 2-13 对话框，用户可以通过此对话框进行附属面自定义活荷载折减系数曲线。其中楼层区间数量指的是区间内楼层数量，所对应的折减系数是这一区间的活荷载折减系数，选择右侧的编辑按钮可以进行相应的添加、修改

和删除等编辑命令。

图 2-13 按楼层活荷载折减

◆ 最小系数

此项只在使用用户参数（UBC 97）活荷载折减方法中才被激活并有效，此处不在详述。

◆ 应用和应用于柱

这两项定义了活荷载折减应用的范围，用户可以根据工程实际情况选择户荷载折减应用的范围。但在结构整体分析时，活荷载是不能进行折减的。

2.4 活荷载质量折减系数

理论依据

《建筑抗震设计规范》（GB50011-2001）中 5.1.3 条规定，计算地震力作用时，建筑的重力荷载代表值应取结构和构配件自重标准值和各可变荷载组合值之和。各可变荷载组合值系数，应按表 2-2 采用。

表 2-2　组合值系数

可变荷载种类	组合值系数
雪荷载	0.5
屋面积灰荷载	0.5

<table>
<tr><td colspan="2">屋面活荷载</td><td>不计入</td></tr>
<tr><td colspan="2">按实际情况计算的楼面活荷载</td><td>1.0</td></tr>
<tr><td rowspan="2">按等效均布荷载计算的楼面活荷载</td><td>藏书库、档案库</td><td>0.8</td></tr>
<tr><td>其它民用建筑</td><td>0.5</td></tr>
<tr><td rowspan="2">吊车悬吊物重力</td><td>硬勾吊车</td><td>0.3</td></tr>
<tr><td>软勾吊车</td><td>不计入</td></tr>
</table>

实现方法

中文 ETABS 采用规范规定重力荷载代表值，并且用户可以修改这些系数。其具体实现途径是通过**定义菜单 >质量源**命令来完成。在定义菜单中通过点击质量源项可弹出如下图 2-14 所示对话框。

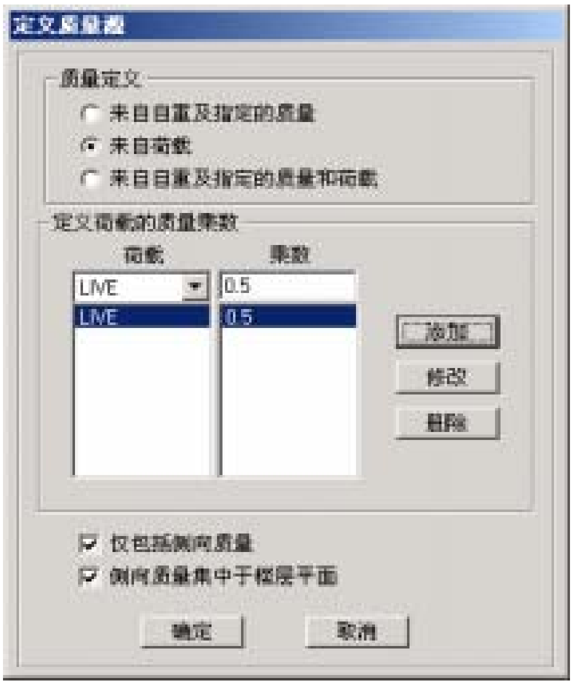

图 2-14　定义质量源

其中各项意义为：

◆　质量定义

对话框中此项是由用户选择所定义的质量来源，用户可以根据需要选择来自自重及指定的质量、来自荷载和来自自重及指定的质量和荷载等项。

◆　定义荷载的质量乘数

对话框中此项是提供给用户输入荷载质量折减系数的区域，其中左侧为荷载类型，右侧为该荷载类型的乘数。

◆　仅包括侧向质量

点选此项后，结构质量概念将只针对于侧向作用才有意义。

◆　侧向质量集中于楼层平面

点选此项后，结构所有质量将集中于楼层平面内。

2.5 荷载组合

本技术注释描述了中国 2002 规范混凝土框架结构设计所使用的荷载组合。根据《建筑结构荷载规范》(3 of GB 50009-2001)、《建筑抗震设计规范》（5.4 of GB 50011-2001）和《高层建筑混凝土结构技术规程》(5.6 of JGJ 3-2002)、《高层民用建筑钢结构技术规程》（JGJ99-98）中的相关规定，ETABS 中国规范版本采用如下默认的设计荷载组合形式：

$$1.35DL+0.98LL \tag{1}$$

$$1.2DL+1.4LL \tag{2}$$

$$1.0DL+1.4LL \tag{3}$$

$$1.2DL\pm1.4WL \tag{4}$$

$$1.0DL\pm1.4WL \tag{5}$$

$$1.2DL+1.4LL\pm0.84WL \tag{6}$$

$$1.0DL+1.4LL\pm0.84WL \tag{7}$$

$$1.2DL+0.98LL\pm1.4WL \tag{8}$$

$$1.0DL+0.98LL\pm1.4WL \tag{9}$$

$$1.2DL+\gamma_{EG}\times1.2LL\pm1.3E_hL\pm0.5E_vL \tag{10}$$

$$1.0DL+\gamma_{EG}\times1.0LL\pm1.3E_hL\pm0.5E_vL \tag{11}$$

$$1.2DL+\gamma_{EG}\times1.2LL\pm0.28WL\pm1.3E_hL\pm0.5E_vL \tag{12}$$

$$1.0DL+\gamma_{EG}\times 1.0LL\pm 0.28WL\pm 1.3E_hL\pm 0.5E_vL \quad (13)$$

$$1.2DL+\gamma_{EG}\times 1.2LL\pm 1.3E_vL \quad (14)$$

$$1.0DL+\gamma_{EG}\times 1.0LL\pm 1.3E_vL \quad (15)$$

$$DL+LL\pm WL \quad (16)$$

$$DL+LL\pm E_vL\pm E_hL \quad (17)$$

$$DL+LL\pm WL\pm E_vL\pm E_hL \quad (18)$$

符号说明：

DL 为恒荷载

LL 为活荷载

WL 为风荷载

E_hL 为水平地震荷载

E_vL 为竖向地震荷载

γ_{EG} 为可变荷载的组合系数

注释：

根据《建筑抗震设计规范》(GB50011-2001)中 5.1.1-4 条规定，8、9 度大跨度和长悬臂结构及 9 度时的高层建筑，应计算竖向地震作用。由于跨度和悬臂尺度程序难以自动识别，因此 ETABS 中文版程序中，仅当抗震烈度 SI 为“9”时，中文 ETABS 自动生成的组合公式(1-10)至(1-15)才含有 E_vL 项；对于其它情况，需计算竖向地震组合时，用户可以自定义该组合形式；

在用户定义了相关荷载工况的基础上，程序将根据规范和抗震烈度信息自动生成以上荷载组合方式，它们将自动生成并成为设计荷载工况的默认项。用户也可以自定义荷载组合方式，其途径是**定义菜单** >**荷载组合** >**添加新组合**，激活**荷载组合数据**对话框（如图 2-15 所示），自定义荷载组合。也可以通过对话框中**修改/显示组合**选项来修改默认的或自定义的组合方式。

图 2-15　荷载组合数据对话框

3. 刚度和负弯矩调整

本节包括两个方面的问题：结构构件属性和梁弯矩调整。结构构件属性的调整发生在程序进行模型分析之前，主要是框架梁、连梁、组合梁的刚度调整。梁弯矩调整是对模型分析之后得到的分析内力进行的。这里的梁弯矩调整指的是竖向荷载下的梁弯矩调整。

3.1 构件刚度调整

1) 考虑翼缘作用楼面梁的刚度增大系数

根据 JGJ 3-2002 第 5.2.2 条的规定，楼面梁刚度增大系数可取 1.3~2.0。

程序中，此系数对边梁的缺省值为 1.5，对中梁的缺省值为 2.0，点击菜单指定>框架/线>框架属性修改，可以修改此系数。如图 3-1 所示。

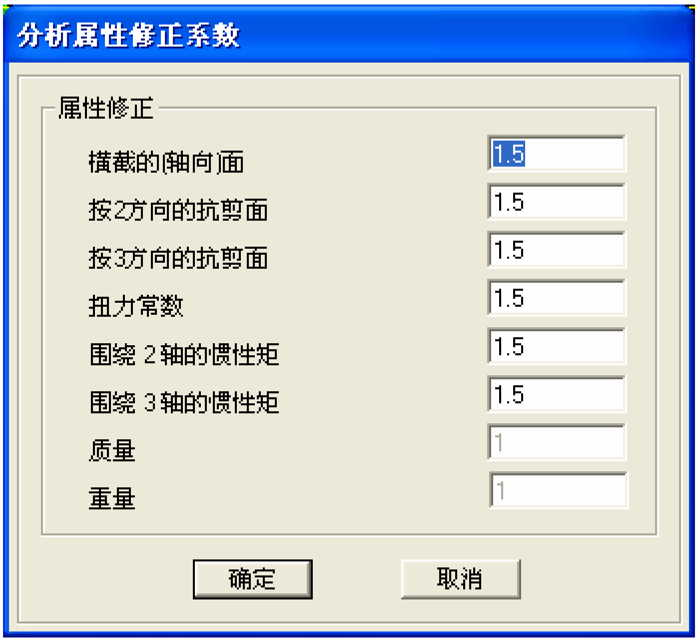

图 3-1　框架/线分析属性修正系数对话框

2) 抗震设计时，连梁刚度折减系数

根据 JGJ 3-2002 第 5.2.1 条的规定，此系数不宜小于 0.5。程序中，此系数由用户输入（见图 3-2），其缺省值为 0.7。点击菜单指定>壳/面>壳刚度修改可修改连梁刚度。

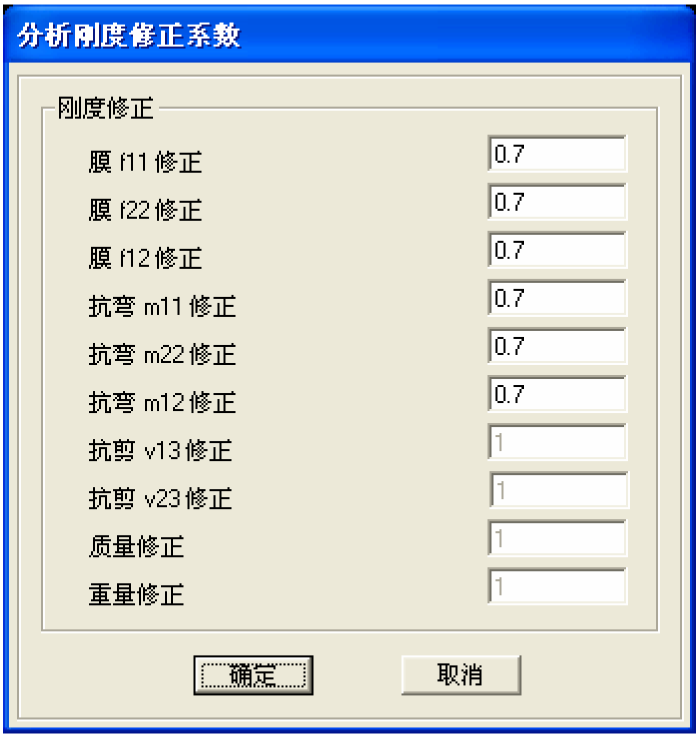

图 3-2　壳/面分析刚度修正系数对话框

3.2 竖向荷载下梁弯矩调整

1) 梁端负弯矩调整系数

根据 JGJ 3-2002 第 5.2.3 条规定，装配式整体框架梁端负弯矩调幅系数可取为 0.7~0.8，现浇框架梁端负弯矩调幅系数可取为 0.8~0.9。程序中，此系数的缺省值为 0.85，并可由用户在混凝土框架设计覆盖项中修改。

2) 梁跨中弯矩调整

根据 JGJ 3-2002 第 5.2.3 条的规定，梁跨中截面正弯矩设计值不应小于竖向荷载作用下按简支梁计算的跨中弯矩设计值的 50%。程序中，此规则由程序自动执行。

4. 结构整体分析与抗震内力调整

4.1 分析选项

点击分析>设置分析选项，将激活下图（图 4-1）所示的分析选项对话框。

图 4-1　分析选项对话框

在此对话框中，可以指定分析过程是否进行动力分析或考虑 $P-\Delta$ 效应,点击设置动力参数中，激活动力分析参数对话框，可以设置分析时考虑的振型数。

4.2 结构质量和自重的定义

ETABS 中，结构的质量和自重是两个相互分离的概念。通过一定方式的定义，一个结构可以只有质量没有自重，也可以只有自重没有质量。

在计算中，结构的质量主要用来求解结构的地震效应。结构的质量通过点击菜单定义 > 定义质量源来激活定义质量源对话框来定义（如图 4-2 所示）。可以通过从三种方式定义结构质量。

4.1.1 结构质量的定义

1）来自自重及指定的质量

这是默认的结构质量计算方法。采用这种方法时，所有外加的荷载不会转换为结构质量。此时，结构的质量由结构的构件体积乘以构件材料的密度（材料属性数据对话框中的密度一项）。此方法不能自动执行 GB50011-2001 第 5.1.3 条。

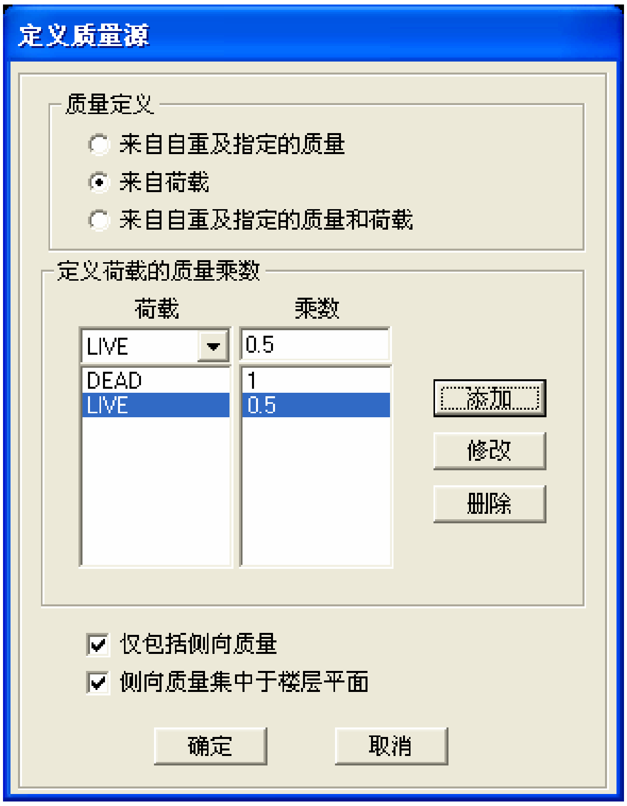

图 4-2　定义质量源对话框

2）来自荷载

此方法将用户指定的自重、附加恒荷载、活荷载等按对话框中比例系数指定的比例进行组合。按规范 GB50011-2001 第 5.1.3 条的规定，自重、附加恒荷载的系数（定义质量源对话框中的乘数，见图 4-2）为 1.0，活荷载的系数是 0.5。此时，结构的质量等于组合后求得的荷载除以重力加速度 g。注意，此方法的概念是将荷载转化为质量。所以请确认对结构施加的荷载是否正确完整，如果施加的荷载有误，则通过这种方法求得的结构质量也是错误的。

3）来自自重及指定的质量和荷载

此方法计算的质量是按第一、二种方法求得的质量之和。在实际工程中采用此方法时，在定义荷载的质量乘数一栏中的一般只有 0.5 倍的活荷载，而不应包括恒荷载。如果用户使

用此方法时在定义荷载的质量乘数一栏指定了恒荷载，结构自身的质量将被计算两遍而出现错误。

4.1.2 自重荷载的算法

结构的自重荷载是结构荷载之一。程序首先求解结构的重量，结构的重量由结构的构件体积乘以构件材料的重度（材料属性数据对话框中的重度一项）。仅当在**定义静载工况名**（图 4-3）对话框中将类型为 DEAD 的荷载的自重乘数定义为 1.0（默认值）时，程序才能将全部自重转换为自重荷载。当类型为 DEAD 的荷载的自重乘数定义为 0 时，结构将不承受自重荷载；此时，如果不通过其它其它方法为结构指定自重荷载，则结构质量源处通过第二种方法定义的结构质量也会错误。

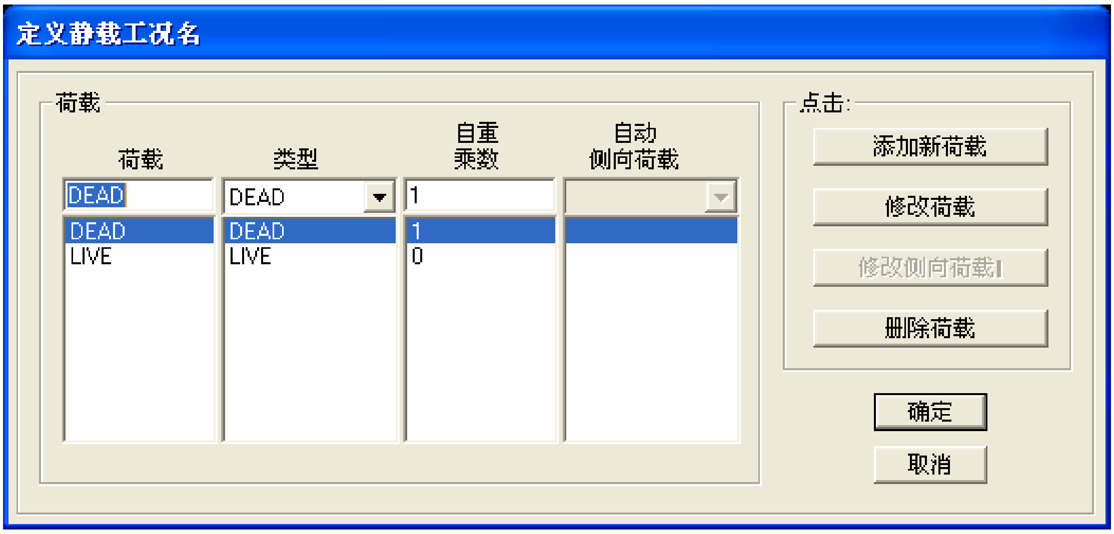

图 4-3　定义静载工况名对话框

4.3 整体分析常用参数

4.3.1 结构周期比验算

为了控制结构在地震作用下的扭转效应，《高层建筑混凝土结构技术规程》（JGJ 3-2002）中 4.3.5 条规定，结构扭转为主的第一周期 Tt 与平动为主的第一周期 T1 之比，A 级高度高层建筑不应大于 0.9；B 及高度高层建筑、混合结构高层建筑及复杂高层建筑不应大于 0.85。中文 ETABS 将输出结构平动和扭转各周期值，用户根据这些数据对规范此条进行判断。点击菜单文件 > 打印表格 > 分析输出激活打印输出表对话框，选中表格中的建筑模型信息选项，点击确定，则将在输出包括模态周期和模态参与质量比在内的结构计算信息。通过模态参与质量比的信息即可分别判断出结构扭转为主的第一周期与平动为主的第一周期。

4.3.2 结构整体稳定性验算

针对高层建筑的稳定性要求，《高层建筑混凝土结构技术规程》（JGJ3-2002）中 5.4.4 条进行了相关规定。中文 ETABS 根据这些规定进行相应的计算。点击菜单文件>打印表格>分析输出激活打印输出表对话框（见图 4-4），选中表格中的建筑输出选项，点击确定，则将输出包括刚重比在内的结构计算信息。

图 4-4　打印输出表

4.3.3 结构层间刚度比要求

《建筑结构抗震设计规范》（GB50011-2002）和《高层建筑混凝土结构技术规程》（JGJ 3-2002 第 5.1.14 条）中 3.4.3 规定，竖向不规则的建筑结构，其薄弱层的地震剪力应乘以 1.15 的增大系数。中文 ETABS 根据规范规定自动判断薄弱层并对薄弱层构件地震作用内力乘以 1.15 的增大系数。点击显示 > 设置输出表样式 激活 显示输出表格，选中建筑输出，点击确定，即可显示包括层刚度（story stiffness 项）信息的表格，在层刚度项可以观察薄弱层地震剪力的调整。

4.3.4 基底剪力

在显示 > 设置输出表样式中选择反力，同时选定所需的荷载工况或组合，然后点击 OK，这里便会出现基底各节点在各种载荷情况下的内力。表中的 Summation 一项即为基底剪力以及基底弯矩。

4.3.4 剪重比要求

《建筑抗震设计规范》（GB50011-2001）中 5.2.5 条规定了各楼层水平地震剪力最小值的要求，规定在抗震设计时，结构任一楼层水平地震的剪重比不应小于表 5.2.5 给出的最小地震剪力系数。

在中文 ETABS 分析过程中，用户通过校核程序输出的剪力系数来确定是否满足规范的要求,如果某层不满足规范要求,程序将自动对该层地震剪力进行相应调整。点击菜单显示>设置输入表样式激活显示输出表格对话框（见图 4-5），选中表格中的建筑输出选项，再点击此表格右上角的选择荷载按钮，激活选择输出对话框，在其中选定水平地震荷载工况，点击确定关闭对话框，再点击确定，则将在屏幕上显示包括剪重比在内的结构计算信息。

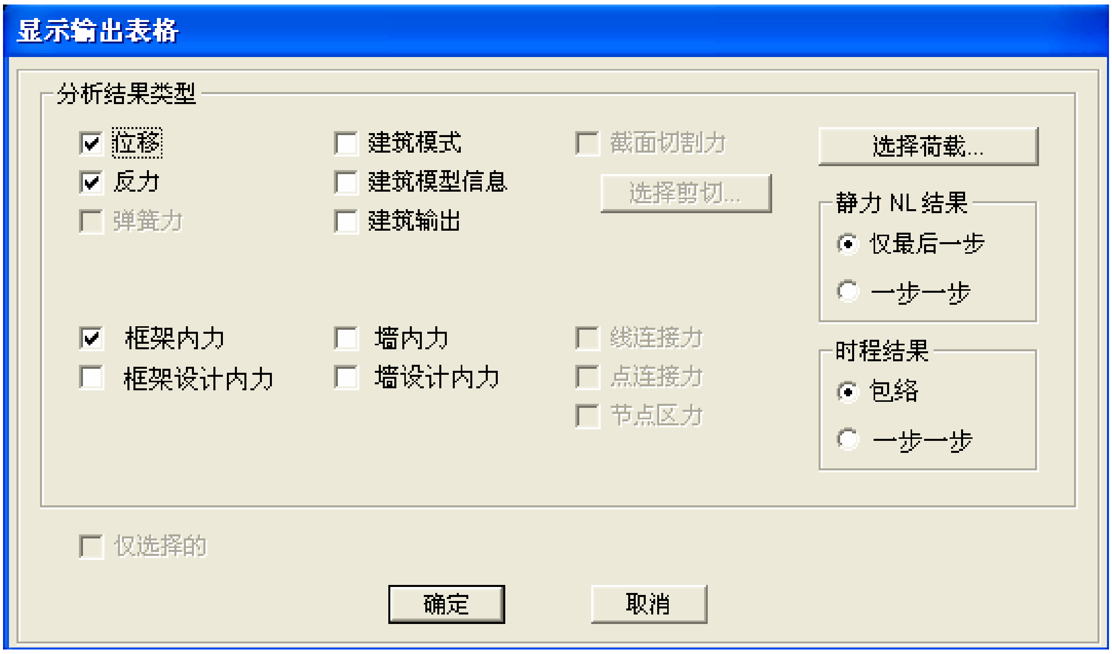

图 4-5　显示输出表格

4.3.5 框架－抗震墙结构框架承担最小地震剪力比

《建筑抗震设计规范》（GB50011-2001）中 6.2.13-1 条规定了框架结构承担最小地震剪力比。

《高层建筑混凝土结构技术规程》（JGJ 3-2002）中 5.1.14 条规定，考虑到结构竖向均

匀性因素框架结构承担最小地震剪力比进行了竖向分段处理。中文 ETABS 遵循这一方法，在用户根据工程的实际情况，按规范的要求来对各楼层进行分段后，程序将自动对每一段结构进行框架结构承担最小地震剪力比较核，当结构不满足时，程序自动按规范对框架部分承担的剪力作出相应调整。用户可以点击菜单首选项>混凝土框架设计，激活混凝土框架设计首选项对话框，在其中定义结构的竖向分段以及每段的起始层位置。

4.3.6 框支柱承受地震剪力的要求

根据规范 JGJ 3-2002 第 10.2.7 条的规定，框支柱承受地震剪力标准值应按表 4.1 的要求进行调整。框支柱剪力调整后，应相应调整框支柱的弯矩及柱端梁（不包括转换梁）的剪力和弯矩。

表 4.1 框支柱承受地震剪力的要求

	$N_c \le 10$	$N_c > 10$
$N_{story} < 3$	$V_c = 0.02V_0$	$V_{cf} = 0.2V_0$
$N_{story} \ge 3$	$V_c = 0.03V_0$	$V_{cf} = 0.3V_0$

其中：

N_{story} 为框支层数量；

N_c 为框支柱根数；

V_c 为每根框支柱承受的地震剪力；

V_{cf} 为每层框支柱承受的地震剪力之和；

V_0 为基底地震剪力。

程序运行分析，得出分析内力之后，自动执行了该项调整。分析内力和调整后的内力可以通过显示>设置输出表样式激活显示输出表格对话框，选定建筑输出（见图 4-6），点击选择荷载，选中水平地震荷载，点击确定退出，再点击确定，即可显示框支柱承受地震剪力的调整情况。

5. 构件设计内力调整

下面分别介绍了中文 ETABS 在进行混凝土结构和钢结构设计中的内力调整方法，包括构件抗震设计内力调整和梁竖向荷载下的弯矩调整。

5.1 混凝土结构设计内力调整

5.1.1 抗震设计等级

内力调整的基本做法是依据结构类型、抗震设防烈度和房屋高度决定结构抗震等级；然后按抗震等级对结构构件内力进行调整。中文 ETABS 按照抗震规范要求，将结构抗震等级分为五级：“特一级”、“一级”、“二级”、“三级”和“四级”（ETABS 中相应的代号为：“Super I”，“I”，“II”，“III”和“IV”）。用户可以根据实际情况调节每一个构件的设计等级。点击首选项>混凝土框架设计菜单以及首选项>剪力墙设计菜单，可以对结构中的所有构件指定抗震设计等级。如果用户需要对结构中的某些构件另行指定抗震等级，则需通过构件覆盖项中的抗震设计等级单独进行指定。

5.1.2 构件截面承载力抗震调整系数 γ_{RE}

承载力抗震调整系数是构件的承载力设计值与抗震承载力设计值的比值。GB50011 根据构件的重要性对不同构件和连接采取了不同的数值，根据《建筑抗震设计规范》（GB50011-2001）中 5.4.2 条的规定，截面抗震承载力调整系数为表 5.1 中数据。

表 5.1　承载力抗震调整系数

材料	结构构件	受力状态	γ_{RE}
混凝土	梁	受弯	0.75
	轴压比小于 0.15 的柱	偏压	0.75
	轴压比不小于 0.15 的柱	偏压	0.80
	抗震墙	偏压	0.85
	各类构件	受剪、偏压	0.85

中文 ETABS 进行截面设计时，按规范此条规定自动进行了截面抗震承载力调整。

用户可以在混凝土框架和剪力墙交互式设计截面检查此系数。

5.1.3 转换梁、框支柱内力调整要求

JGJ 3-2002 第 10.2.6 条规定，带转换层的高层建筑结构，特一、一、二级转换构件水平地震作用计算内力应分别乘以 1.8、1.5、1.25。程序自动执行了此项规定。

5.1.4 竖向荷载下梁弯矩调整

1) 梁端负弯矩调整系数

装配式整体框架梁端负弯矩调幅系数可取为 0.7~0.8，现浇框架梁端负弯矩调幅系数可取为 0.8~0.9（JGJ 3-2002 第 5.2.3 条）。此系数由用户输入，其缺省值为 0.85。

2) 梁跨中弯矩调整

梁跨中截面正弯矩设计值不应小于竖向荷载作用下按简支梁计算的跨中弯矩设计值的 50%（JGJ 3-2002 第 5.2.3 条）。此规则程序自动判别。

5.1.5 构件调整

对于“ 9 度及一级 ”结构，规范以实配钢筋来调整，中文 ETABS 作如下设定：1）材料的标准强度比设计强度大 10%；2）实配钢筋比计算钢筋多 10%。

5.2 钢结构设计内力调整

5.2.1 承载力抗震调整系数 γ_{RE}

在 ETABS 中国规范版本可根据钢构件的类型自动判断钢构件适用的承载力抗震调整系数（表 5.2），并作为承载力抗震调整系数的默认值。此系数遵循了规范 GB50011 表 5.4.2 的规定。

表 5.2 钢构件承载力抗震调整系数（来自 GB50011 表 5.4.2）

材料	结构构件	γ_{RE}
钢	柱，梁	0.75
	支撑	0.80
	节点板件，连接螺栓	0.85
	连接焊缝	0.90

用户可以在钢构件交互式设计对话框（见图 5-1）中点击摘要或细节可观察此系数。

图 5-1　钢构件交互式设计对话框

5.2.2 钢构件抗震设计内力调整

在多遇地震下的构件承载力验算时，托柱梁内力按照 JGJ99-98 6.1.7 规定，乘以 1.5 的增大系数；承托钢筋混凝土剪力墙的钢框架柱的由地震产生的内力，按 JGJ99-98 6.3.7 放大 1.5 倍。转换层下的钢框架柱的地震内力，按照 GB50011 8.2.3 第 6 条的规定，增大 1.5 倍。

ETABS 中国规范版本中，由用户在钢框架设计覆盖项中指定构件是否属于上述这些构件。如果属于上述构件，则程序将根据计算内力和构件类型进行设计内力调整，并用调整后

的内力进行构件设计。

6．分析和设计信息查看

6.1 输出表常用项目

点击显示 > 设置输出表样式可激活输出表。下面对一些常用的分析和设计信息进行介绍。

Building Modes：建筑模式。当对楼层指定隔板时，将输出此项。此项输出的是各模态下的位移值。

Center Mass Rigidity：质心刚心位置信息。当对楼层指定隔板时，将输出此项。

Diaphragm CM Displacements，隔板质心位移。当对楼层指定隔板时，将输出此项。

Diaphragm Drifts：ETABS 对每层的隔板（如果存在）在 X、Y 方向输出的最大层间侧向位移率（也称位移角）。注意，此项实际指的是隔板范围内各点的最大层间位移率。Drift 指层间侧向位移率，即相邻两层之间的同一位置的点在位移差值除以此相邻两层的层间高度。

Modal Load Participation Ratios，模态荷载参与系数。

Modal Participation Mass Ratio，模态参与质量系数。

Modal Participation Factors，模态参与系数。

Point Displacements，点对象位移。

Shear/Gravity Ratios，剪重比。

Story Drifts：楼层位移率。此项指的是楼层内各点的在 X、Y 方向的最大层间位移率。

Story Shears：楼层剪力。指所在楼层的竖向构件承担的总剪力。此项还输出楼层倾覆力矩。

Story Stiffness，层剪力

Tributary Areas And RLLF，楼层面荷载分配面积和活荷载折减系数。

Support Reactions：基地反力。

6.2 截面切割

用 ETABS 的截面切割功能进行应力/力输出的方法有两种。

第一种方法要首先定义截面切割组，整个过程的操作方法如下：分析前，先将一组对象指定为组（指定 > 组名），分析完成之后，再将组指定给截面切割组（定义 > 截面切割）。然后在显示 > 设置输出表样式中，选中截面切割力一项，可输出此组对象的截面切割力。

第一种方法的操作中涉及如下问题：

1、截面切割组的设置。截面切割组中应包括线或/和面对象，以及各个对象的用于将力传至切割截面的端点或角点。

2、截面切割力的传递方式。首先，线/面对象的内力传至各自的切割组中定义的端点/角点。然后，ETABS 将这些传至端点/角点的内力在截面切割包含的点对象的平均坐标处进行矢量合成，或者在用户指定的求和点处进行矢量合成。（即：如果求和点不在力的作用线上，此力再求和点处进行合成时将产生弯矩）

3、关于截面切割力的求和（summation）位置的定义。ETABS 给出了两种定义方法，第一种是以截面切割组（即指定给截面切割的组）中的点对象的坐标中心为求和点。第二种方法是用户自行定义求和位置，截面切割力将以用户定义的求和位置进行求和。

4、截面切割以及用于截面切割的组的定义不要在手工网格划分前进行，并最好在分析完成后进行。

截面切割力输出的第二种方法是：直接在变形，内力或虚功图上用绘图/绘制截面切割命令进行。在内力图中的截面切割可得到的截面切割应力(面对象)与力，在变形图上进行截面切割将只得到截面切割力，而得不到应力。在虚功图中也可进行截面切割，但效果不好，不建议也不必在虚功图中进行截面切割。

第二种方法中，面对象的应力以图的形式输出。前面提到的第一种方法不能得到切割截面的应力，只能得到合力。

6.3 混凝土构件设计信息查看

设计完成后，混凝土构件的设计信息可以直接在屏幕图像上查看。当构件超筋时，图像中构件一侧将显示 0/S。用鼠标右键点击构件，将弹出混凝土构件的设计信息对话框（图 6-1），各种荷载组合下的构件设计信息可以通过此对话框查看。

图 6-1　混凝土柱设计信息对话框

6.4 钢构件设计信息查看

钢结构构件设计完成后，设计迭代得到的构件最优截面将直接显示在图形上。构件最大应力比的大致可以通过图形中构件的颜色观察，在默认的颜色设置条件下，应力比超出 1.0 的构件显示为红色。用鼠标右键点击构件，将弹出钢构件的应力检查信息对话框。各种荷载组合下的构件设计信息可以通过此对话框查看，如图 6-2 所示。

图 6-2　钢构件应力检查信息对话框